

# RELACION ENTRE LA SUPERFICIE GASTRICA Y EL TAMAÑO DE LOS PERROS

## ALOMETRIAS CURIOSAS

Por Jaime Camps  
Servicios Profesionales Purina

El perro es una especie animal (canis familiares) que tiene una característica única y exclusiva que la diferencia de todas las demás. Diferencia que, por conocida y cercana, no solemos darle la importancia que se merece. Esta distinción está en grandísima variabilidad de tamaños.

Ha sido el hombre quien ha dirigido genéticamente a su compañero más inmediato durante milenios; por necesidad en la prehistoria y por diversas apetencias en los últimos decenios. Con ello ha logrado la gran diversidad de tamaños y formas del perro de hoy día. No existe ninguna otra especie animal de tan exagerado polimorfismo.

De aquí que ésta alomorfosis deba ser tenida en cuenta en los cuidados sanitarios, alimenticios, de manejo, etc. con mayor énfasis, si cabe, a la que generalmente valoramos.

Este escrito tiene relación con lo anterior y describe un hallazgo sorprendente con la relación alométrica entre superficie del estómago y, por tanto, superficie secretora de jugos gástricos y la masa o peso de los perros.

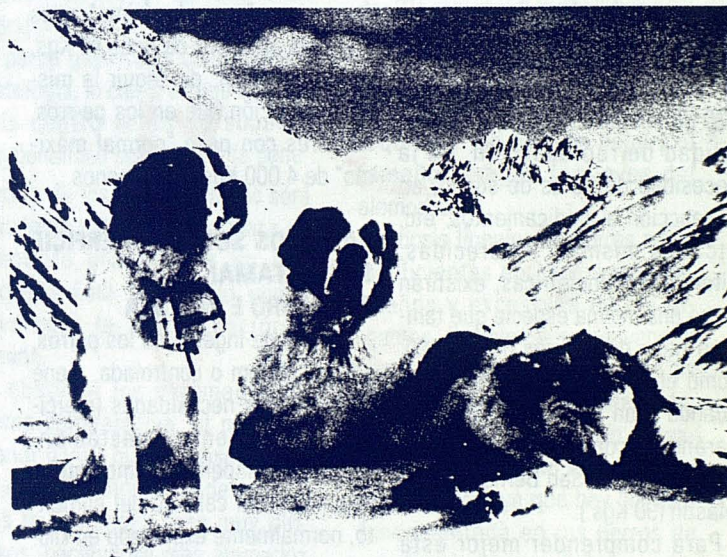
El conocimiento de esta gran diferencia puede servir al cinófilo, para mejorar la dosificación de medicamentos, mejorar el manejo de la alimentación, y para prevenir, en parte, la presentación del

síndrome de dilatación y torsión gástrica. Precisamente el decidir hacer este escrito fue debido a leer en varios trabajos sobre el "bloat" o volvulus gástrico (dilatación-torsión) el que los autores señalaban como posible causa, al aparecer preferentemente en perros de gran tamaño, el que los perros grandes comen más que los pequeños.

Siendo obvio que los grandes comen más, como nutrólogo sabía que era todo lo contrario si la comparación se hacía de forma relativa con el tamaño. Los perros toy miniatura consumen casi el doble de energía y, por tanto, de sustancia seca de un alimento normal, que los perros gigantes, por Kg. de peso vivo (30 gramos en vez de 17 gramos).

De forma teórica, conociendo la ingesta de sustancia seca según peso de los perros, calculé el tamaño de los estómagos que requerían, y de aquí calculé la superficie de éstos estómagos comparándolos con el peso de los distintos tamaños del perro.

Los resultados fueron tan sorprendentes con diferencias superiores a lo esperado, lo que me obligó a realizar diversas consultas bibliográficas, no encontrando que se resaltase tal diferencia, por lo que varios compañeros entusiastas compararon las medidas de los estómagos en relación al peso de



los perros necropsiados, y cuyos datos confirmaron el hallazgo teórico.

Ese trabajo lo he dividido, por tanto, en cinco apartados o capítulos:

- A-** Alomorfosis.
- B-** Cálculos sobre superficie gástrica según tamaño perro e ingesta.
- C-** Relación tamaño de los estómagos por medición directa.
- D-** Nueva posible causa de la torsión y dilatación gástrica.
- E-** Conclusiones.

### ALOMORFOSIS

La alomorfosis como relación matemática entre los crecimientos relativos de cualquier carácter en desarrollo, es aplicada frecuente-

mente en estudios de biología, paleontología, embriología, etc. para comparar diferentes especies animales, e incluso vegetales.

El tamaño de un ser (en masa o peso) es una variable de muy sencilla medida, simplemente por una pesada y, sin embargo, es trascendental en la vida de cada ser. Ya Galileo Galilei se apercibió de ello al afirmar que los incrementos en los huesos tenían que ser proporcionalmente mayores que los incrementos en los tamaños del cuerpo, comparando grandes con pequeños. De ser la relación lineal, comparando una hormiga y un elefante, este último "debería" sostenerse con patas (aunque fueran



tres pares) del grosor de las de una oveja...

Las relaciones entre animales de distinto tamaño son, por tanto, alométricas, de la fórmula ( $C=aMb$ ), en la que "C" es la característica que comparamos. "a" es una constante, "M" la masa o peso del cuerpo, y "b" es otra constante distinta de la unidad (si fuese 1 la relación sería lineal). Estas relaciones entre distintas especies pueden, y deben, ser aplicadas dentro de esta especie excepcional que es el perro. Entre animales con diferencias de peso de 1 a 100. Existen relaciones alométricas en el ritmo respiratorio y cardíaco, en la diferente ingesta calórica, en la producción láctea (una coneja normal, 5 Kgs, produce en relación a su masa, mucha más leche que la vaca campeona mundial, 500 Kgs.), en el tamaño de los huevos (codorniz, 120 gr. vs. pava, 12Kgs.), en la facilidad de reproducción, en la necesidad de horas de sueño, en la reacción a medicamentos, etc, etc. Las mismas, o parecidas, diferencias alométricas, existirán entre una misma especie que también tiene diferencias de 1 a 100, como el peso "normal" de un Chihuahua o un Yorky (900 gr.) comparándolo con el peso asimismo "normal" de un San Bernardo o un Mastín (90 Kgs.).

Para comprender mejor esta



diferencia lo podemos aplicar a la especie humana. De considerar como peso "normal mínimo" a los pigmeos africanos de unos 40 Kgs, debieran existir, de seguir la misma proporción que en los perros, hombres con peso "normal máximo" de 4.000 Kgs, nada menos...

### CALCULOS SOBRE SUPERFICIE SEGUN TAMAÑO DEL PERRO E INGESTA

El nivel de ingesta de los perros, sea ad libitum o controlada, viene dado por las necesidades (ejercicio, crecimiento, gestación, lactación, temperatura ambiente) y según el nivel calórico del alimento, normalmente expresado en kilocalorías Metabolizables (KCal ME).

Partiendo de animales adultos, machos, en ambiente termoneutral y actividad mínima, el profesor Thoney (1983) señaló las necesidades de KCal ME/día, según pesos, de los que entresacó los representativos de los Toy, de los medianos, de los grandes y de los gigantes, para simplificar las comparaciones.

En el cuadro de los datos, he señalado una tercera columna que es consecuencia matemática de las otras dos.

### CUADRO I NECESIDADES CALORICAS SEGUN TAMAÑO PERROS

(Resumen de Thonney, 83)

Peso Corporal	KCal ME (día)	Kcal ME (Día) y Kgs. de peso
3 Kgs.	330	110
20 Kgs	1.390	70
40 Kgs	2.630	66
70 Kgs	4.400	63

Incrementando estas necesidades mínimas a las recomendaciones prácticas del Dr. Mohrman (1985) y pasándolo a un alimento de densidad calórica promedio, la ingesta de sustancia seca por Kg. de peso vivo, según tamaño de los perros, es la siguiente.

### CUADRO II

PERRO TOY	- peso 3 Kgs.
	30 gr. SS por Kg/día
PERRO MEDIO	- peso 30 Kgs.
	25 gr. SS por Kg/día
PERRO GRANDE	- peso 40 Kgs.
	20 gr. SS por Kg/día
PERRO GIGANTE	- peso 70 Kgs.
	17 gr. SS por Kg/día

Estos datos, aceptados y recomendados por los principales fabricantes de alimentos preparados, ya demuestran que la ingesta de los muy pequeños es ya casi el doble que la de los gigantes, lo cual es lógico por alomorfismo,

por tener los pequeños muchas mayores pérdidas calóricas por radiación (superficie proporcionalmente mayor de la piel) y por mayor gasto (desproporción con el entorno, lo que es paso para unos debe ser galope en los otros).

Partiendo de estos consumos de alimento diario del cuadro II, calculé el volumen de la ingesta total incluyendo el volumen de agua que requerim Estimé un total de 3 cm3 por cada gr. de S.S. consumida.

Una vez conocido este volumen posible, ya que la ingesta de comida suele ser en una sola vez al día, lo adapté a un prisma cuadrado de alturas proporcionalmente similares, (figura A) y parecidas a las relaciones de las medidas de los estómagos. Con ello ya puede calcularse la superficie de los 6 lados de estos estómagos teóricos. Como último, y siempre por simples matemáticas, pude calcular la relación de estas superficies con el peso de los perros a los que corresponde, o sea cm2 de superficie gástrica por Kg. de peso vivo de los perros, según su tamaño.

Aún siendo algunos datos supuestos, como el volumen de la ingesta, en el que no puede valorarse la rapidez de paso a duodeno de la parte acuosa, y por la simplificación de los estómagos a una figura geométrica, los resultados, al ser datos idénticos, deben ser, como mínimo, ilustrativos.

Aquí ya podemos observar la gran novedad, con el dato espectacular, tanto que me hizo repetir los cálculos por lo exagerado, que, según estos supuestos, y con cálculos matemáticos, la superficie gástrica de los perros pequeños es cuatro veces mayor, relacionándolo con el peso vivo, que la superficie gástrica de los perros muy grandes. Tres veces mayor que los de tipo grande y doble que los de tipo medio.

Al no hallar datos bibliográficos esclarecedores, y parecer sorprendente a los compañeros resultados, la única forma de confirmar esta relación era por el método directo de medir los estómagos en perros necropsiados y compararlos con el peso del cadáver entero.



**CUADRO III**  
**RELACION ALOMETRICA DEL TAMAÑO TEORICO DE LOS ESTOMAGOS DE LOS PERROS**  
**SEGUN PESO J. CAMPS (1988)**

Tipo perro	Peso en Kgs.	Gramos S.S. ingesta por Kgs.	Total grs. ingesta y día	Volúmen ingerido x3 (cm3)	Medidas estómago teórico (cm) ancho x alto x largo	Superficie del estómago (cm2)	cm2 Superficie estómago por Kg. peso vivo	Relación
Pequeño	3	30	90	270	5 x 6 x 9	258	86	4,2
Medio	20	25	500	1.500	10 x 10 x 15	800	40	2
Grande	40	20	800	2.400	11 x 12 x 18,2	1.101	27,5	1,35
Gigante	70	17	1.190	3.570	13 x 14 x 19, 6	1.422	20,3	1

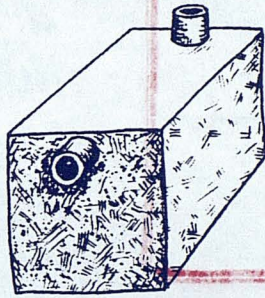
### **RELACION TAMAÑO DE LOS ESTOMAGOS POR MEDIACION DIRECTA**

Los varios libros de anatomía del perro y de nutrición consultados sólo citan que el estómago de los perros es grande, que tiene capacidad entre 0'5 litros a 8 litros, sin señalar los pesos o tamaños de los perros. Alguno también cita qué estómago ocupa dos tercios de la cavidad postdiafragmática (8). Datos insuficientes para confirmar los cálculos descritos en el capítulo anterior. Se hacía necesaria una comprobación directa a través de necropsias. En dos clínicas veterinarias y en la cátedra de cirugía de la Facultad de Veterinaria U.A. Barcelona comprobaron en sus necropsias, bajo mi petición, el peso de los perros cadáveres y el tamaño de los estómagos una vez vacíos según los diámetros de la figura B.

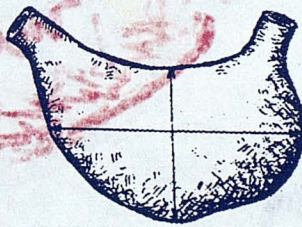
Según el dibujo, y en las fotografías de los estómagos, puede verse cómo la superficie del cuadrilátero resultante de las dos dimensiones es prácticamente el del total de un lado del estómago. El doble de esta superficie sería, por tanto, la superficie gástrica total que relacionamos con el peso del perro. En el cuadro IV señaló los resultados de 25 necropsias agrupándolas según tamaño de los perros, en los cuatro tipos descritos anteriormente, y obteniendo los promedios por grupos (cuadro IV)

Los centímetros cuadrados resultantes no coinciden con los "teóricos" señalados anteriormente, lo cual es lógico pues se partía de un supuesto volumen de la ingesta, y no se valoró la rapidez con que los cálculos previos, y

**FIGURA A**



**FIGURA B**



puede aceptarse, por tanto, que la superficie gástrica de los perros muy pequeños (que he denominado toy) es proporcionalmente unas 4 veces mayor en relación al peso del perro, comparándola con la de los perros gigantes.

### **NUEVA POSIBLE CAUSA DE LA TORSION Y DILATACION GASTRICA**

Según estadísticas de la casuística de perros que han padecido el <<bloat>> o vólvulus gástrico, la mayoría son perros grandes y gigantes. Más los de pecho profundo. Reconociendo otros muchos factores coadyuvantes internos, da que pensar su relación con el tamaño, y no porque coman más, ya que proporcionalmente comen menos.

La rapidez de la ingesta tampoco parece estar relacionada, pues depende mucho más del tipo de alimento que del tamaño del perro. De aquí que si un volúmen y masa de un contenido estomacal tiene proporcionalmente mucha menos superficie secretora, aún suponiendo un mayor tamaño a las glándulas por un mayor grosor de la pared gástrica, a confirmar por histología, lo cierto es que no tendría cuatro veces de superior funcionalidad secretora, y la penetración de los jugos gástricos será más lenta y difícil en una masa de alimento grande que en una pequeña. Esto, por sí sólo, podría favorecer la timpanización y torsión.

Al observar los estómagos de forma comparativa, el profesor Prandi (UAB) hizo la observación de que los estómagos de los perros muy grandes eran muy globosos, haciéndose más alargados a medida que los perros eran más pequeños (ver fotos). Por la ley física del aumento de fuerza cuanto más alejado del eje de rotación, confirma plenamente la mayor facilidad de rotación de los estómagos globosos, de los perros grandes, más que los alargados, de los perros muy pequeños.

### **CONCLUSIONES -RECOMENDACIONES**

Las diferencias alométricas entre superficie gástrica de los perros relacionándose con su peso, masa o volúmen, parece es mayor de lo supuesto. Si llegamos a reconocer (la gran diferencia hace sean datos significativos), que los perros muy pequeños tienen cuatro veces más superficie gástrica en

proporción a su peso, que los perros gigantes, sería necesario tenerlo en cuenta en las dosificaciones de cualquier suplemento por vía oral, sea de nutrición o de medicación. Son mayoría los medicamentos, o los suplementos (vitamina, calcio, etc.) que en la etiqueta señalan dosificaciones lineales (a tanto por Kg. vivo) dependientemente por especies, pero sin señalar las distintas dosificaciones que requieren los perros según su tamaño y según las leyes del alomorfismo.

Las dosis lineales en perros serán insuficientes en perros muy pequeños y excesivas en los gigantes. Posiblemente convendría ampliar el abanico de pesos de los perros utilizados en investigación, y no sólo en lo relacionado al aparato digestivo, sino en cualquier investigación, ya que hoy día está fundamentada en los perros de raza beagle (tipo medio).

En cuanto a la alimentación, quiero destacar sólo dos aspectos, entre otros muchos, interesantes tanto al Veterinario clínico como al criador.

a) Recomendación de dar dos comidas al día, en vez de una sola, a los perros grandes, ya como norma.

b) Hacer lo anterior a las estirpes con predisposición al síndrome de dilatación gástrica, ya que teniendo en cuenta la gran desproporción de superficie secretora y la ingesta en los perros grandes y la forma más globosa de sus estómagos, pueden ser unas causas coadyuvantes de padecer el vólvulus gástrico.

Con esta práctica de ampliar a dos veces la presentación del alimento



TIPOS	SUPERFICIE GASTRICA CM 2	RELACION PROMEDIOS CM 2/Kg.	RELACION 1= GIGANTES
Pequeños hasta 6 Kgs.	180	36.7	4.22
Medios de 7 a 25 Kgs.	310	22.9	2.63
Grandes de 25 a 45 Kgs.	380	10.9	1.25
Gigantes más de 45 Kgs.	430	8.7	1

*En este cuadro podemos ver los resultados de 25 necropsias, agrupándolas según tamaño de los perros, en los cuatro tipos descritos en el capítulo anterior y obteniendo los promedios por grupos.*

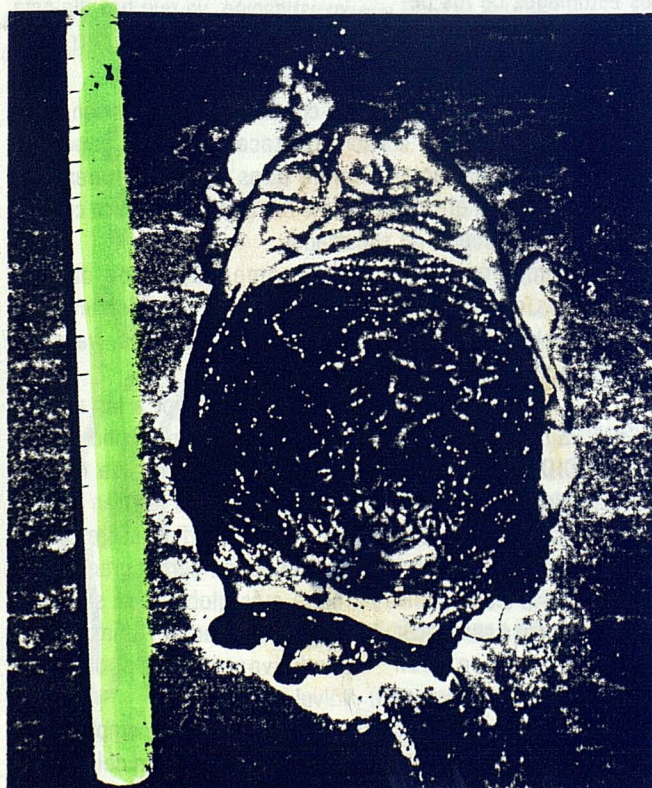


Estómago de perro gigante



Estómago de perro Toy

## FOTOS



a perros grandes y en cheniles con predisposición, aparte evitar coincida con momentos de fuerte ejercicio, se ha logrado reducir, prácticamente eliminar, los casos de <<bloat>> o torsión-dilatación gástrica de tan graves consecuencias.

Las personas, a lo largo de la prehistoria y de la historia, hemos sido responsables de esta gran diversidad de tamaños de los perros, apartándolos de las leyes ecológicas y fisiológicas a que hubiesen sido sometidos de estar en estados silvestres.

Deberíamos quizás dejar de insistir en hacer cada día más diminutos a los perros pequeños, y más gigantes a los perros grandes.

Como colofón quiero comentar la también relación en la velocidad de crecimiento de los perros, que

por conocida es menos sorprendente, pero la similitud es grande al crecer los perros toy exactamente cuatro veces más aprisa que los perros gigantes. El peso adulto de un perro muy pequeño se alcanza entre los 5 y 6 meses. El peso adulto de un perro gigante se alcanza entre los 20 y 24 meses. Curiosamente cuatro veces exactamente...

Todas las relaciones alométricas, tan exageradas en el perro, deberían ser tenidas constantemente en cuenta por investigaciones, prescriptores, clínicos y criadores.

